

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-351190

(43)公開日 平成6年(1994)12月22日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 02 K 7/08	A	7103-5H		
G 11 B 19/20	E	7525-5D		
H 02 K 7/14	C	7103-5H		

審査請求 未請求 請求項の数6 ○L (全7頁)

(21)出願番号	特願平5-137206	(71)出願人	000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
(22)出願日	平成5年(1993)6月8日	(72)発明者	河野 敬 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内
		(72)発明者	森 健次 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内
		(72)発明者	吉田 隆 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内
		(74)代理人	弁理士 小川 勝男
			最終頁に続く

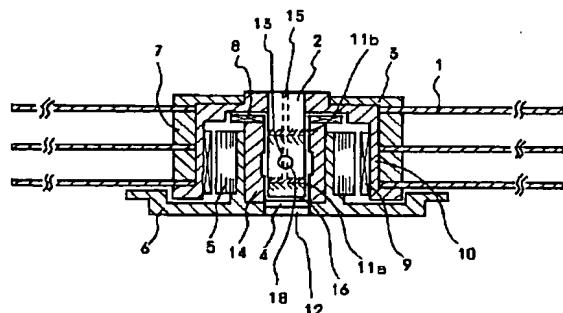
(54)【発明の名称】スピンドルモータ

(57)【要約】

【構成】磁気ディスク1、スペーサ7を含む回転体全体により決定される重心位置と、モータステータコイル5及びモータマグネット9に形成される磁束軸方向中心を一致させ、かつこの位置と同じ軸受剛性を持つラジアル軸受のちょうど中間位置に一致させる。

【効果】回転体重心位置と磁束中心位置を一致させ、これを軸受剛性の中心位置に一致させることにより、外乱振動や電磁振動が働いた場合においても回転体に回転モーメントが働くことなく、ジャイロによる触れ回り振動を発生しない。

図 1



1 … 磁気ディスク	10 ……………… ハブ
2 … シャフト	11a, 11b … ラジアル軸受
3 … クランプ	12 ……………… スラスト予圧マグネット
4 … スラスト軸受ブラケット	13 ……………… 重心
5 … ステータコイル	14 ……………… 軸受ブラケット
6 … ブラケット	15 ……………… 油注入穴
7 … スペーサ	16 ……………… スラスト軸受
8 … 磁性流体シール	18 ……………… 磁気中心
9 … マグネット	

【特許請求の範囲】

【請求項1】直徑が3.5インチ以下の磁気ディスクを1枚もしくは複数枚積層したハブ及び回転中心を与えるシャフトおよびこれら回転体を駆動するため固定部に設けられるモータステータ及びハブと一体で回転するマグネット及び前記回転体を支持するために気体もしくは液体の動圧を利用した剛性の概ね同じ大きさの二つのラジアル軸受とスラスト軸受を用い、前記回転体の重心位置が前記ラジアル軸受の概ね中間になるよう構成したことを特徴とするスピンドルモータ。

【請求項2】請求項1において、前記回転体の重心位置を二つのラジアル軸受の間にくるよう構成し、かつこの重心位置に力が加わった場合二つのラジアル軸受が概ね同じ変位を発生するよう、各々のラジアル軸受の剛性を設定したスピンドルモータ。

【請求項3】請求項1または2において、前記モータステータを前記ラジアル軸受の内側背面に形成し、前記モータステータと前記マグネットにより形成される磁束中心位置を前記重心位置に一致させたスピンドルモータ。

【請求項4】請求項1または2において、1.8インチ以下の磁気ディスクを搭載するスピンドルモータで、モータマグネットをハブ下端に構成したスピンドルモータ。

【請求項5】請求項4において、モータステータコイル及びマグネットを軸方向に対向形としたスピンドルモータ。

【請求項6】請求項1、2、3、4または5のスピンドルモータを搭載した磁気ディスク装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は磁気ディスク装置、光ディスク装置、フロッピディスク装置、ビデオテープレコードのシリングモータ、レーザビームプリンタのホリゴンミラーモータに関する。

【0002】

【従来の技術】磁気ディスク装置に対する要求はコンピュータ本体の高速化、ダウンサイジング化、画像情報等を取り扱う使用ソフトの大型化複雑化等に伴い、小型、大容量、高速転送が要求されるようになってきている。これに対応して、スピンドルモータには小型、低振動、高速回転、長寿命が要求されている。これらの要求に対する一つの方策として軸受を従来の玉軸受から滑り軸受にすることが検討されている。

【0003】図5に滑り軸受を使ったスピンドルモータの従来例を示す。シャフトはベースに固定され、このシ*

$$X_1 = F \times L_2 / (L_1 + L_2) / K_1 \quad \dots \text{ (数1)}$$

$$X_2 = F \times L_1 / (L_1 + L_2) / K_2$$

従来技術の場合、 $X_1 \neq X_2$ となるから、次式のようなz軸回りの倒れθを発生させる。

$$\theta = \tan^{-1} ((X_1 - X_2) / (L_1 + L_2)) \quad \dots \text{ (数2)}$$

*シャフトに2箇所のラジアル動圧溝が形成されており、ここが軸受部になっている。ハブとこのラジアル軸受の間には潤滑油が注油されている。ハブの回転は、動圧溝の広い側に向かって（図2では左から右に向かって）回転する。これによりこの溝部に大きな動圧が発生し、ハブは軸に接触することなく回転支持される。スラスト軸受はシャフトの固定端とは反対側の端部に対向したハブ側にスパイラル状の動圧溝が形成されておりラジアル部と同様、回転に伴いこの部分が大きな動圧を発生し、ハブを非接触で支持する。ハブにはマグネットが設けられており、固定部にはこれと対抗してステータコイルが設けられている。このマグネット、ステータコイルはモータを形成しており、ステータコイルに駆動電流を供給することにより回転体を回転駆動する。

【0004】ラジアル、スラスト滑り軸受では、玉軸受において不可避である玉通過振動等に伴う非同期振動が原理的に発生しない。また潤滑油に大きな減衰性があることから低振動で高速回転が可能となる。

【0005】従来技術の例には特開平2-168465号、特開平4-98653号公報がある。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】滑り軸受の剛性は潤滑媒体の粘度、周速度、隙間比等によって決まり、またこれらの値は負荷とも関連するため一概には規定できないが、同じ軸径の玉軸受と較べると負荷を同等にした場合、すべり軸受の軸受剛性は玉軸受に較べて低下する。潤滑媒体の粘度を大きくし、また隙間比を小さくすれば剛性は大きくすることができるが、今度は負荷が大きくなる問題が発生する。この剛性低下と負荷増加の問題は特に3.5インチ以下の小型磁気ディスクに搭載する場合、その径が小さく周速度が低下するため顕著に現れる。剛性が低いと回転系に加振力が加わった場合、ジャイロ効果により磁気ディスクの首振り振動が顕著に現れ磁気ディスクに対する磁気ヘッドの位置決めが正しく行われず、正確な情報の読み書きができなくなる。

【0007】図6に従って、従来の技術による回転系に加振力が加わった場合のジャイロ効果による首振り振動発生について示す。いま外乱加振力Fが回転体に加わった場合、この力は回転体重心に働くと考えてよい。重心が従来技術のように二つのラジアル軸受の中間になく図のような位置にある場合、力の釣合から各々の軸受k₁、k₂には次のような変位X₁、X₂を生じる。

【0008】

【数1】

$$X_1 = F \times L_2 / (L_1 + L_2) / K_1 \quad \dots \text{ (数1)}$$

【数2】

$$X_2 = F \times L_1 / (L_1 + L_2) / K_2 \quad \dots \text{ (数2)}$$

F は変動力であるから θ も時間的に変動しある角速度を持つ。回転体にはこの角速度によりジャイロモーメントしが Y 軸回りに発生し、その大きさは X 軸回りの慣性モーメント

$$L = I \times \omega \times (d\theta / dt)$$

滑り軸受の場合、軸受剛性は玉軸受にくらべて低下しているから、このジャイロモーメントにより磁気ディスクが大きな首振り運動を行う恐れがある。

【0011】加振力は、モータの電磁加振力も考えられる。理想的なモータでは、電磁力は回転トルクのみを発生し、軸に対する加振力は発生しないはずである。しかし、実際には軸やステータ、マグネットの偏心や形状誤差等により軸に対する加振力を発生してしまう。図 7 に示すようにステータコイル中心とマグネット中心が偏心している場合、本来釣りあっているはずの放線方向の力ベクトルも接線方向の力ベクトルも釣合が崩れるため、各々の残留ベクトル F_1 と F_2 の和として力 F が軸に加わる。この力 F はマグネットとステータコイルにより形成される磁束の中心で働くと考えると、従来技術のように軸方向で重心位置とこの磁気中心がずれないと、重心まわりに回転モーメントを発生する。これは、回転体にある角速度を与えるから、先の外乱の場合と同様ジャイロモーメントを発生させ、磁気ディスクの首振りを起す原因となる。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明では、回転体の重心位置を二つのラジアル軸受のちょうど中間位置と一致させる。また、モータステータとマグネットの磁気中心位置を前記重心と一致させ、二つのラジアル軸受のちょうど中間位置と一致させる。

【0013】あるいは前記重心位置、もしくは一致させた重心位置と磁気的中心位置を二つのラジアル軸受の間に構成し、この位置に力が作用した場合、二つのラジアル軸受が同じ変位量になるよう各々のばね剛性を設定する。

【0014】

【作用】本発明は数 1において $x_1 = x_2$ となるよう回転体の重心位置とラジアル軸受の位置及び軸受ばね定数を規定するもので、数 2 から明らかのように、加振力が回転体に加わっても倒れ θ が発生する事はない。従って、回転体に角速度が加わることもなくそれに伴うジャイロによる首振り振動は発生しない。また、磁気中心と重心位置を一致させかつ前述した条件を満たすようラジアル軸受位置及び軸受剛性を規定することにより、磁気励振力も回転体に対してジャイロ力を発生させる要因とはならない。従って、剛性の低い滑り軸受を高速で使用しても安定な回転が実現できる。

【0015】

【実施例】図 1 に本発明の第 1 の実施例について示す。本実施例では 2.5 インチ磁気ディスク装置を想定して

*メント I、回転角速度を ω とすると次式で表される。

【0010】

【数 3】

… (数 3)

いる。磁気ディスク 1 の内径は 20 mm、外径 65 mm で本実施例ではこれを 3 枚積層している。回転数は 3600 rpm から 7200 rpm が想定され、軸受寿命は 5000 時間以上の連続使用が想定されている。3 枚の磁気ディスク 1 がハブ 10 にスペーサを介して積層され、回転中に滑り等が生じないようクランプ 3 により固定されている。ハブ 10 の中心には、シャフト 2 が圧入、接着等の方法で正確な垂直度で取り付けられている。このシャフト 2 には、潤滑媒体注入用穴が形成されている。この穴は、潤滑媒体注入後封止される。ハブ 10 の内面には、円筒状のマグネット 9 が取付けられ数個の磁極が形成されている。このマグネット 9 に対向してステータコイル 5 がブレケット 6 に形成されており、このステータコイル 5 に駆動電流を流すことにより、回転体を駆動する。このステータコイル 5 とマグネット 9 により形成される磁束の軸方向中心は磁気ディスク 1、ハブ 10、マグネット 9、シャフト 2 により形成される回転体の重心と概ね一致するようステータコイル 5、マグネット 9 の位置は決定されている。ステータコイル 5 の背面にはラジアル軸受ブレケット 14 が設けられており、このブレケット 14 のシャフト 2 に対向した上下の 2 箇所にラジアル滑り軸受面 11 が形成されている。この軸受部 11 には潤滑媒体として、潤滑油あるいは磁性流体が注入されており、シャフト 2 の回転にともない発生する動圧力によりシャフト 2 を支える。回転体重心位置 13 及び磁気中心位置 18 は二つのラジアル軸受 11 のちょうど中央になるような位置になるよう全体の配置が決定される。これにより、外部からの振動、あるいは磁気力のアンバランスに対しても安定した回転が実現できる。シャフト 2 と軸受ブレケットにより形成される軸受部のどちらか、あるいは両方に動圧溝を設けることにより動圧力を高め、軸受剛性を大きくすることもできる。シャフト 2 のハブ 10 とは反対の端部とこれと対抗した部分にはスラスト軸受ブレケット 4 が設けられており、シャフト 2 端部との間でスラスト軸受 16 を形成している。この軸受部 16 にはラジアル軸受 11 部と同じ、もしくは異なる潤滑油もしくは磁性流体が注入されており、回転にともない発生する油膜によりスラスト荷重を支える。この部分も両方あるいはどちらか一方に、動圧溝を形成し軸剛性を高めることができる。またシャフト 2 端あるいはブレケット部 4 を球面にすることにより、摩擦トルクを小さくすることも考えられる。ラジアル軸受ブレケット 14 の端部には磁性流体シール 8 が設けられており、軸受部の潤滑媒体が外部に漏洩することをなくしている。この磁性流体シール 8 は漏洩量が微量の場合もしくは漏洩媒体が磁気ディスク 1 の性能を劣化させないと判

断された場合にはとり除かれる。スラスト軸受ブラケット4の背後には、スラスト予圧マグネット12が設けられておりシャフト2を磁気的に吸引し、軸方向に予圧を加えるよう構成しており、スラスト軸受部の剛性を上げると共に、衝撃等により回転体が抜けることを防止している。予圧の方法としては、ステータコイル5による軸方向磁束中心とマグネット9の磁束中心を相対的に若干ずらし、その磁気吸引がスラストの予圧方向にかかるよう構成する方法もある。この場合、前述のスラスト予圧マグネット12は不要となる。

【0016】図2に本発明の第2の実施例を示す。本発明も第1の実施例の場合と同様、2.5インチ磁気ディスクを想定している。本発明の場合シャフト2はブラケット14に固定されており、第1の実施例とは逆に、ラジアル軸受ブラケット14がハブ10に固定され回転する。このブラケット14とシャフト2間にラジアル動圧軸受11が形成され、回転体をラジアル方向に支持する。磁気ディスク1、ハブ10等の回転体全体の重心13は、ステータコイル5、マグネット9により形成される磁束中心18と一致し、またこれはラジアル軸受11のほぼ中間位置にあり、外乱力及び電磁力のアンバランス力が作用しても、安定して回転できる。シャフト2端にはシャフト2よりも若干径の大きなスラスト円盤17が取り付けられており、このスラスト円盤17の両面には動圧溝が形成されており、回転に伴い動圧力を発生し、回転体をスラスト方向に支持し得る構造になっている。スラスト動圧溝は、スラスト軸受ブラケット4及びラジアル軸受ブラケット14のスラスト円盤17と対抗する面の一方あるいは両方に形成してもよい。本構成によれば、シャフト2より大きなスラスト円盤17が設けられているから、静止時においてもハブ10が抜け落ちることはない。また、潤滑媒体はシャフト2、軸受ブラケット14、ステータコイル5で作られる2重円筒状の隙間に保持されるから、漏洩しにくい構造となっている。本構成においても、ブラケット14端部あるいはステータコイル5端部等に磁性流体シールを設け漏洩を完全に封止することもできる。

【0017】図3に本発明の第3の実施例について示す。本実施例は1.8インチの磁気ディスクを想定している。1.8インチの磁気ディスクではハブ10内にモータを形成することはできない。このため、モータはハブ10下端部に形成することになる。ハブ10には、磁気ディスク1がスペーサ7を介してクランプ3により積層固定されている。ハブ10にはシャフト2が固定されており、ハブ10とともに回転する。ブラケット6には一体で軸受ブラケット14が形成されている。軸受ブラケット14のシャフト2に対抗した面には動圧ラジアル軸受11が形成されている。磁気ディスク1とスペーサ7、ハブ10等により形成されている回転体の重心13と二つのラジアル軸受11の中間位置は概ね一致するよ

う構成されている。これにより、回転系に外乱振動が加わった場合においても、安定した回転が補償される。ハブ10下端には、磁性流体シール8が設けられており、軸受部の潤滑媒体の漏洩をとどめる構成になっている。シャフト2端もしくはスラストブラケット4の少なくとも一方には動圧溝が形成される。あるいはどちらか一方が球面に構成され、スラスト荷重を支える。スラスト方向の予圧方法は実施例1と同様シャフト2端部を磁気的に吸引する方法、及びモータステータ5とマグネット9をずらして行う方法が考えられる。

【0018】図4には本実施例の第4の実施例を示している。本実施例でシャフト2はブラケット6に固定されており、ハブ10と軸受ブラケット14は一体で構成されて回転する。軸受ブラケット14とシャフト2の対抗する面には動圧軸受11が形成されており回転体を支える。シャフト2端にはスラスト円盤17が設けられており、ブラケット4、14との間でスラスト軸受16を形成している。ステータコイル5とマグネット9はフラットタイプのモータを形成している。モータをフラットタイプにすることにより、スピンドルモータ全体の高さを従来のものに較べて低くできる。本実施例では、モータコイルステータ18をコイル面よりも高くし、軸受ブラケット部14とのオーバーラップ部を形成することにより、潤滑媒体のシール効果を高めている。フラットモータタイプの場合、軸方向に磁束が向くからスラスト方向の予圧は特に考える必要はない。

【0019】図8には本発明の第5の実施例を示す。本実施例では積層された磁気ディスク1の軸方向中間位置(図8によればちょうど2枚目の磁気ディスク位置)にマグネット9の中央が来るようハブ10にマグネット9を取り付ける。マグネット9に対抗してモータステータコイル18を設ける。また積層した磁気ディスク1の軸方向中間位置と二つのラジアル軸受11の中間位置を一致させる。磁気シール8をステータコイル5の下側に構成し、軸受潤滑媒体の漏洩を遮断している。ハブ10およびマグネット9は円筒形で各々の重心13は概ねその中央に存在すると考えられる。磁気ディスク1の間隔は一般に一定で配置されるから、本実施例のように構成することにより、重心位置13はほぼ磁気ディスクの中間位置にあると考えてよい。また、モータステータコイル18及びマグネット9により形成される磁束の軸方向中心18はマグネット9の軸方向中心と一致するから、したがって本発明のような構成にする事により、重心13と軸方向磁束中心は容易に一致させ、さらに軸受中間とも一致させることができる。これにより、外乱加振力や電磁加振力が回転体に加わっても回転モーメントを発生させることはなく、ジャイロによる振れ回り振動を発生しない。本発明ではシャフト2はハブ10とともに回転する構成となっているが、図2に示した構成のように、ハブ10をブラケット6に固定した構成においてもハブ

10 磁気ディスク 1 マグネット 9 ステータコイル 5 を設置する事により同様の効果を得ることができる。

【0020】以上の実施例では、いずれも重心 13 もしくは重心 13 と磁束中心 18 を二つの剛性の同じラジアル軸受 11 間の中間と一致できることを前提としたが、モータトルクの要求などにより、ステータコイル 5、マグネット 9 の必要な大きさの関係から、一致ができない場合も考えられる。この場合は数 2 に示してあるように、重心 13 もしくは重心 13 と磁束中心 18 の位置が近い方の軸受 11 の剛性を他方の軸受剛性より大きくし、重心回りにモーメントを釣り合わせることにより、外乱振動あるいは電磁振動が加わった場合にもジャイロによる首振りを発生させず、実施例と同等な効果をうることができる。

【0021】以上の実施例では重心 13 及び磁束中心 18、両軸受 11 の任意の位置に設定できると考えた。また軸受 11 の剛性も完全に設定することができると仮定したが、実際の場合は製作誤差や組立性、モータの必要トルク等から、完全に条件を満たすことはできない。数 1、数 2 からわかるように、おのとの条件は比例的にジャイロモーメントに関係するから、概ね 10% 以内になるよう構成すれば効果が期待できる。

【0022】第 1 の実施例及び第 2、第 5 の実施例は 2.5 インチの磁気ディスク用のスピンドルモータを想定しているが、本実施例は 3.5 インチの磁気ディスクについても適用できる。また、モータが構成できれば 1.8 インチもしくはこれ以下の磁気ディスク用スピンドルモータにも適応できる。また、第 3、第 4 の実施例は 1.8 インチの磁気ディスク用スピンドルモータを想

定したがこの構成は 1.8 インチ以下の磁気ディスク用スピンドルモータにも適用できる。また、この構成が 2.5 インチ、3.5 インチ磁気ディスク用に適用できる。

【0023】以上の実施例は磁気ディスク装置に限らず、光ディスク装置、フロッピディスク装置、ビデオテープレコーダのシリンドラモータ、レーザビームプリンタのホリゴンミラーモータに適用できる。

【0024】

10 【発明の効果】本発明によれば、小型磁気ディスクに外乱、磁気的アンバランスが存在した場合にも安定した回転を維持する事ができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施例の断面図。

【図 2】本発明の第 2 の実施例の断面図。

【図 3】本発明の第 3 の実施例の断面図。

【図 4】本発明の第 4 の実施例の断面図。

【図 5】従来の技術の実施例の断面図。

【図 6】従来の問題点の説明図 1。

20 【図 7】従来の問題点の説明図 2。

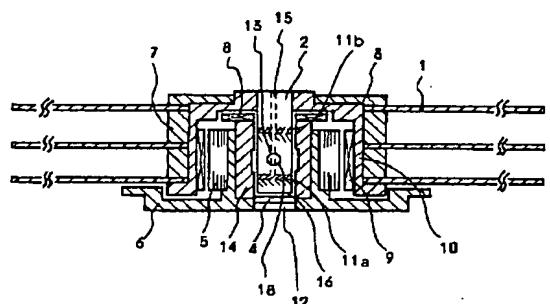
【図 8】本発明の第 5 の実施例の断面図。

【符号の説明】

1 … 磁気ディスク、2 … シャフト、3 … クランプ、4 … スラスト軸受ブラケット、5 … ステータコイル、6 … ブラケット、7 … スペーサ、8 … 磁性流体シール、9 … マグネット、10 … ハブ、11 … ラジアル軸受、12 … スラスト予圧マグネット、13 … 重心、14 … 軸受ブラケット、15 … 油注入穴、17 … スラスト円盤、18 … 磁気中心。

【図 1】

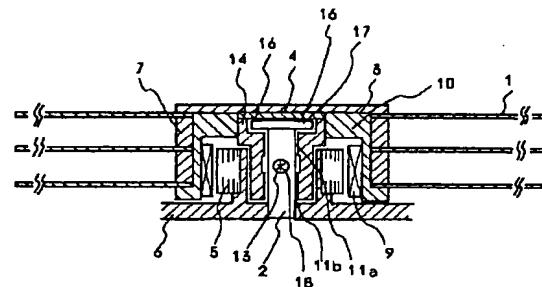
図 1



1 … 磁気ディスク	10 … ハブ
2 … シャフト	11a, 11b … ラジアル軸受
3 … クランプ	12 … スラスト予圧マグネット
4 … スラスト軸受ブラケット	13 … 重心
5 … ステータコイル	14 … 軸受ブラケット
6 … ブラケット	15 … 油注入穴
7 … スペーサ	16 … スラスト軸受
8 … 磁性流体シール	17 … スラスト円盤
9 … マグネット	18 … 磁気中心

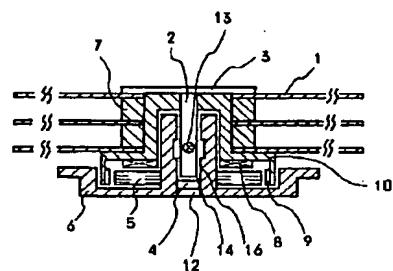
【図 2】

図 2



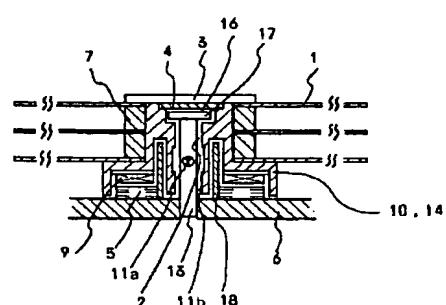
【図3】

図3



【図4】

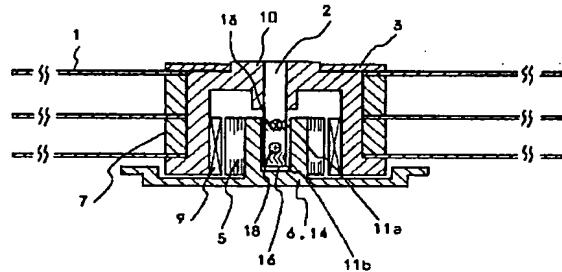
図4



18…モータコイルステータ

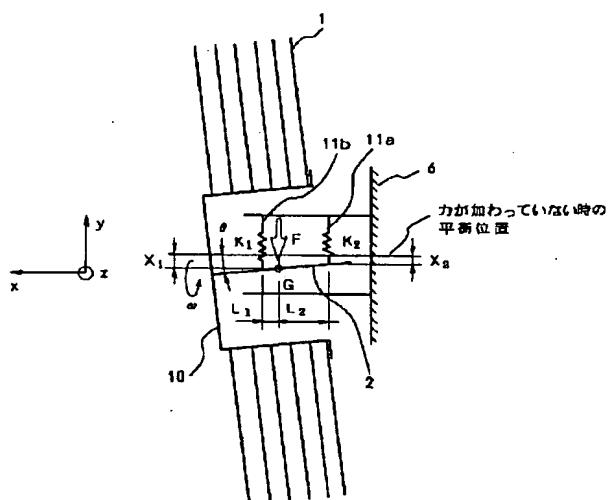
【図5】

図5



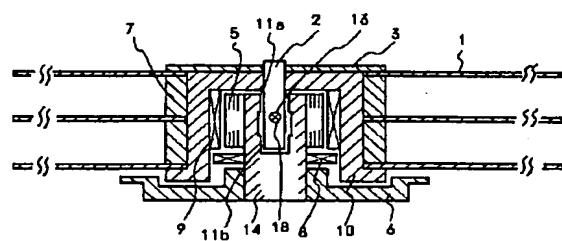
【図6】

図6



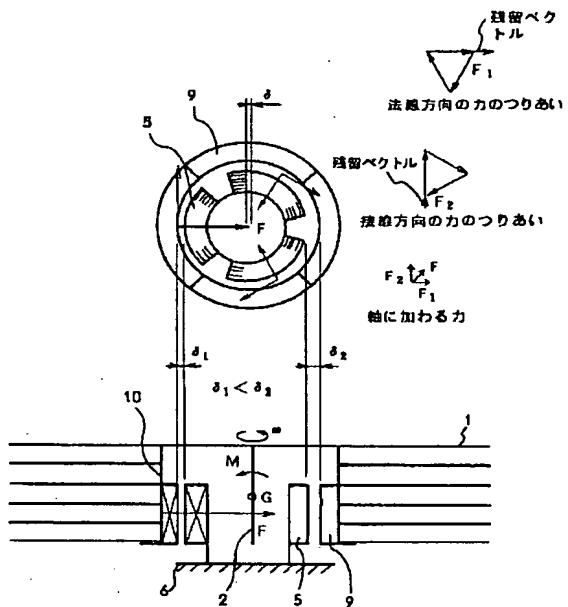
【図8】

図8



【図7】

図7



フロントページの続き

(72)発明者 井上 知昭

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日
立製作所機械研究所内

(72)発明者 仲野 正昭

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日
立製作所機械研究所内

(72)発明者 天野 英明

神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会
社日立製作所ストレージシステム事業部内